

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

特許第3391291号

(P3391291)

(45)発行日 平成15年3月31日(2003.3.31)

(24)登録日 平成15年1月24日(2003.1.24)

(51)Int.Cl.

H 04 L 12/56
H 04 J 3/00

識別記号

2 0 0

F I

H 04 L 12/56
H 04 J 3/00

2 0 0 Z
Q

請求項の数11(全 25 頁)

(21)出願番号

特願平11-89840

(22)出願日

平成11年3月30日(1999.3.30)

(65)公開番号

特開2000-286888(P2000-286888A)

(43)公開日

平成12年10月13日(2000.10.13)

審査請求日

平成12年3月2日(2000.3.2)

(73)特許権者 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 升田 道雄

東京都港区五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72)発明者 西原 基夫

東京都港区五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72)発明者 山田 敏智

東京都港区五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74)代理人 100109313

弁理士 机 昌彦 (外2名)

審査官 江島 清仁

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光波ネットワークデータ通信方式

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】既存加入者網を収容し、当該既存網のプロトコルに対するレイヤ1～3プロトコルの終端を行う光波アクセス網と、当該光波アクセス網と接続して、レイヤ1およびレイヤ2プロトコルの終端を行う光波コア網より形成される光波ネットワークにおけるデータ通信方式であって、

前記光波アクセス網は、終端したレイヤ3のユーザーパケットを、物理レイヤに波長多重化(WDM)技術を用いた同期デジタル・ハイアラーキ(SDH)に適合して転送する為のレイヤ2の光波アダプテーションレイヤに変換し、

前記光波アクセス網は、既存加入者網からのユーザーパケットを変換し、前記光波コア網へ転送を行う光波エッジルータを含み、

2

前記光波コア網は、中継転送処理を行う光波コアルータを含み、

前記光波エッジルータおよび光波コアルータは、

前記光波エッジルータおよび光波コアルータ各々に対し、光波ネットワーク転送用に定めたアドレスである光波ルータアドレスとユーザーパケットに規定されているQoS情報をもとに、ユーザーパケットを集約して網内のルーティング処理を行い、

前記光波エッジルータは、

10 加入者から受信したユーザーパケットのデータ長が、一定長以上の場合、そのまま1パケットを1光波アダプテーションフレームとしてカプセル化するシングルフレームとして構築して後段に転送し、前記ユーザーパケットのデータ長が一定長未満の場合、同一の集約フレームに属する複数のユーザーパケットをデータ領域に束ねてカプ

セル化を行い、データ長の長いスーパーフレームとして後段に転送するスーパーフレーム構築処理部を有し、前記スーパーフレーム構築処理部は、
入力された光波アダプテーションフレームの宛先光波ルータアドレスとAFLを抽出し、AFL毎にスーパーフレーム構築用メモリに蓄積する手段と、
前記スーパーフレーム構築用メモリに蓄積されたデータが、予め定めたスーパーフレームの規定長を超えた場合、当該データを1つのスーパーフレームに収容し、ヘッダを付与し後段に出力する手段と、
蓄積中のAFL毎のパケットデータに対して、タイムアウト監視を行い、タイムアウトの発生したスーパーフレームは、ペイロード長が規定長以下であっても、後段に出力を行う手段を有することを特徴とする光波ネットワークデータ通信方式。

【請求項2】 前記スーパーフレーム構築処理部は、前記スーパーフレーム構築用メモリと、フレームの入出力を制御する為のスーパーフレーム管理用メモリとを有し、

当該スーパーフレーム管理用メモリは、
宛先光波ルータアドレスとAFLから一意に識別されるAF番号毎に、データを格納する情報ブロック番号と格納データ量、およびタイムアウト値を記憶するAF管理テーブルと、
構築済みのスーパーフレームの出力処理を行うブロックを出力順に記憶する出力ブロックリストと、
データの格納されていないブロックのリストを記憶するフリーブロックリストを有する構成であって、
前記スーパーフレーム構築処理部は、

受信したフレームに対するAF番号の情報ブロックを、AF管理テーブルより読み出して、受信フレームとデータ長を加算し、当該加算後のデータ長が規定長未満の場合、AF管理テーブルのデータ長を更新して記憶し、
加算データ長が、規定長を超える場合、当該情報ブロックに対するスーパーフレームヘッダ情報を作成し、出力ブロックリストに追加すると共に、該当するAF番号の項目の初期化を行い、

出力処理の完了したブロックは、前記フリーブロックリストに追加することを特徴とする請求項1に記載の光波ネットワークデータ通信方式。

【請求項3】 既存加入者網を収容し、当該既存網のプロトコルに対するレイヤ1～3プロトコルの終端を行う光波アクセス網と、当該光波アクセス網と接続して、レイヤ1およびレイヤ2プロトコルの終端を行う光波コア網より形成される光波ネットワークにおけるデータ通信方式であって、

前記光波アクセス網は、終端したレイヤ3のユーザーパケットを、物理レイヤに波長多重化(WDM)技術を用いた同期デジタル・ハイアラーキ(SDH)に適合して転送する為のレイヤ2の光波アダプテーションレイヤに

変換し、

前記光波アクセス網は、既存加入者網からのユーザーパケットを変換し、前記光波コア網へ転送を行う光波エンジルータを含み、

前記光波コア網は、中継転送処理を行う光波コアルータを含み、

前記光波エンジルータおよび光波コアルータは、

前記光波エンジルータおよび光波コアルータ各々に対し、光波ネットワーク転送用に定めたアドレスである光

10 波ルータアドレスとユーザーパケットに規定されているQoS情報をもとに、ユーザーパケットを集約して網内のルーティング処理を行い、

前記光波コアルータは、パケット収容効率の低い集約フロー情報を有するフレームを複数受信した場合、当該複数のフレーム情報をマージして、新たなスーパーフレームに再構築し転送することを特徴とする光波ネットワークデータ通信方式。

【請求項4】 前記光波コアルータは、光波ネットワー

20 クへの接続点として機能する光波ネットワークインターフェースカードを有し、当該光波ネットワーク回線カードにおいて、

光波ネットワークから受信したスーパーフレームのデータ長が一定長以上の場合、そのまま後段に転送し、前記受信したスーパーフレームのデータ長が一定長未満の場合、同一の集約フローに属する複数のスーパーフレームのデータをマージして、新たなスーパーフレームの構築を行って後段に転送するスーパーフレーム構築処理部を有することを特徴とする請求項3に記載の光波ネットワークデータ通信方式。

30 【請求項5】 前記光波コアルータは、受信したフレームのうち、同一宛先光波ルータアドレスとAFLを持つフレーム抽出し、AFL毎にスーパーフレーム構築用メモリに蓄積していく手段と、

前記蓄積されたパケットデータ量が、スーパーフレームの規定長を超えた場合、

当該パケットデータをすべて同一のフレームに収容するスーパーフレームにヘッダを付与し後段に出力する手段と、

蓄積中のAFL毎のパケットデータに対して、タイムアウト監視を行い、タイムアウトの発生したスーパーフレームは、ペイロード長が規定長以下であっても、後段に出力を行う手段を有することを特徴とする請求項4に記載の光波ネットワークデータ通信方式。

40 【請求項6】 既存加入者網を収容し、当該既存網のプロトコルに対するレイヤ1～3プロトコルの終端を行う光波アクセス網と、当該光波アクセス網と接続して、レイヤ1およびレイヤ2プロトコルの終端を行う光波コア網より形成される光波ネットワークにおけるデータ通信方式であって、

【請求項6】 既存加入者網を収容し、当該既存網のプロトコルに対するレイヤ1～3プロトコルの終端を行う光波アクセス網と、当該光波アクセス網と接続して、レイヤ1およびレイヤ2プロトコルの終端を行う光波コア網より形成される光波ネットワークにおけるデータ通信方式であって、

50 前記光波アクセス網は、終端したレイヤ3のユーザーパ

ケットを、物理レイヤに波長多重化（WDM）技術を用いた同期デジタル・ハイアラーキ（SDH）に適合して転送する為のレイヤ2の光波アダプテーションレイヤに変換し、

前記光波アクセス網は、既存加入者網からのユーザーパケットを変換し、前記光波コア網へ転送を行う光波エッジルータを含み、

前記光波コア網は、中継転送処理を行う光波コアルータを含み、

前記光波エッジルータおよび光波コアルータは、前記光波エッジルータおよび光波コアルータ各々に対し、光波ネットワーク転送用に定めたアドレスである光波ルータアドレスとユーザーパケットに規定されているQoS情報をもとに、ユーザーパケットを集約して網内のルーティング処理を行い、

前記光波エッジルータは、加入者から受信したユーザーパケットの宛先アドレスとQoS情報から、光波ネットワーク内の宛先エッジルータのアドレスを表す宛先光波ルータアドレスと、前記宛先アドレスを有するユーザーパケットの転送経路を集約管理する為の集約フローラベルとを求め、当該ユーザーパケットを、前記求めた光波ルータアドレスと集約フローラベルをヘッダ情報に持つ光波アダプテーションフレームにカプセル化して、前記光波コア網に送信する光波アダプテーションフレーム構築処理部と、

加入者から受信したユーザーパケットのデータ長が、一定長以上の場合、そのまま1パケットを1光波アダプテーションフレームとしてカプセル化するシングルフレームとして構築して後段に転送し、前記ユーザーパケットのデータ長が一定長未満の場合、同一の集約フローに属する複数のユーザーパケットをデータ領域に束ねてカプセル化を行い、データ長の長いスーパーフレームとして後段に転送するスーパーフレーム構築処理部と、

光波ネットワークから受信した自宛先の光波ルータアドレスを有するスーパーフレームについて、データ部にカプセル化されているユーザーパケットのヘッダを参照することにより、データ領域に格納される複数のユーザーパケットの境界と正常性を識別し、スーパーフレームからユーザーパケットに分割復元し、前記復元したユーザーパケットのヘッダ情報より送信する加入者インターフェース処理を行う出力先ポート番号を決定し、該当する加入者網への転送処理を行うスーパーフレーム分解転送処理部とを有することを特徴とする光波ネットワークデータ通信方式。

【請求項7】 既存加入者網を収容し、当該既存網のプロトコルに対するレイヤ1～3プロトコルの終端を行う光波アクセス網と、当該光波アクセス網と接続して、レイヤ1およびレイヤ2プロトコルの終端を行う光波コア網より形成される光波ネットワークにおけるデータ通信方式であって、

前記光波アクセス網は、終端したレイヤ3のユーザーパケットを、物理レイヤに波長多重化（WDM）技術を用いた同期デジタル・ハイアラーキ（SDH）に適合して転送する為のレイヤ2の光波アダプテーションレイヤに変換し、

前記光波アクセス網は、既存加入者網からのユーザーパケットを変換し、前記光波コア網へ転送を行う光波エッジルータを含み、

前記光波コア網は、中継転送処理を行う光波コアルータを含み、

10 前記光波エッジルータおよび光波コアルータは、

前記光波エッジルータおよび光波コアルータ各々に対し、光波ネットワーク転送用に定めたアドレスである光波ルータアドレスとユーザーパケットに規定されているQoS情報をもとに、ユーザーパケットを集約して網内のルーティング処理を行い、

前記光波コアルータは、

光波ネットワークから受信したスーパーフレームのデータ長が一定長以上の場合、そのまま後段に転送し、前記受信したスーパーフレームのデータ長が一定長未満の場合、同一の集約フローに属する複数のスーパーフレームのデータをマージして、新たなスーパーフレームの構築を行って後段に転送するスーパーフレーム構築処理部を有し、

前記スーパーフレーム構築処理部は、前記スーパーフレーム構築用メモリと、フレームの入出力を制御する為のスーパーフレーム管理用メモリとを有し、

当該スーパーフレーム管理用メモリは、

宛先光波ルータアドレスとAFLから一意に識別されるAF番号毎に、データを格納する情報ブロック番号と格納データ量、およびタイムアウト値を記憶するAF管理テーブルと、

構築済みのスーパーフレームの出力処理を行うブロックを出力順に記憶する出力ブロックリストと、データの格納されていないブロックのリストを記憶するフリークリックリストを有する構成であって、

前記スーパーフレーム構築処理部は、

受信したフレームに対するAF番号の情報ブロックを、AF管理テーブルより読み出して、受信フレームとデータ長を加算し、当該加算後のデータ長が規定長未満の場合、AF管理テーブルのデータ長を更新して記憶し、加算データ長が規定長を超える場合、当該情報ブロックに対するスーパーフレームヘッダ情報を作成し、出力ブロックリストに追加すると共に、該当するAF番号の項目の初期化を行い、

出力処理の完了したブロックは、前記フリークリックリストに追加することを特徴とする光波ネットワークデータ通信方式。

【請求項8】 前記光波エッジルータは、前記既存加入者網を収容し、異種ネットワークプロトコル変換を行う

加入者インターフェース回線カードと光波ネットワークへの接続点として機能する光波ネットワークインターフェース回線カードとを有し、

前記光波ネットワーク回線カードは、

加入者から受信したユーザーパケットの宛先アドレスとQoS情報から、光波ネットワーク内の宛先エッジルータのアドレスを表す宛先光波ルータアドレスと、前記宛先アドレスを有するユーザーパケットの転送経路を集約管理する為の集約フローラベルとを求め、当該ユーザーパケットを、前記求めた光波ルータアドレスと集約フローラベルをヘッダ情報に持つ光波アダプテーションフレームにカプセル化して、前記光波コア網に送信する光波アダプテーションフレーム構築処理部を有することを特徴とする請求項3に記載の光波ネットワークデータ通信方式。

【請求項9】 前記光波アダプテーションフレーム構築処理部は、

加入者網とのインターフェース処理を行う処理メモリとして、

受信した宛先アドレスから宛先光波ルータアドレスを解決する為の光波ARPテーブルと、

前記宛先光波ルータアドレスに対応する複数のIPフローを集約し光波ネットワーク内のルーティングを行う為の複数の集約フローラベル(AFL)と出力先ポート番号を記憶し、新規集約フローに対するAFLの解決を行う為のAFLテーブルと、

前記AFLを決定済みの集約フローに対する光波ルータアドレスとAFLと出力先ポート番号を保持し、後続のIPパケットに対する転送処理を行う為に参照する為のAFLキャッシュとを有し、

当該処理メモリを参照して光波アダプテーションフレームを構築することを特徴とする請求項8に記載の光波ネットワークデータ通信方式。

【請求項10】 前記光波エッジルータは、

加入者から受信したユーザーパケットのデータ長が、一定長以上の場合、そのまま1パケットを1光波アダプテーションフレームとしてカプセル化するシングルフレームとして構築して後段に転送し、前記ユーザーパケットのデータ長が一定長未満の場合、同一の集約フローに属する複数のユーザーパケットをデータ領域に束ねてカプセル化を行い、データ長の長いスーパーフレームとして後段に転送するスーパーフレーム構築処理部を有することを特徴とする請求項3に記載の光波ネットワークデータ通信方式。

【請求項11】 前記光波エッジルータは、

光波ネットワークから受信した自宛先の光波ルータアドレスを有するスーパーフレームについて、データ部にカプセル化されているユーザーパケットのヘッダを参照することにより、データ領域に格納される複数のユーザーパケットの境界と正常性を識別し、スーパーフレームか

らユーザーパケットに分割復元し、前記復元したユーザーパケットのヘッダ情報より送信する加入者インターフェース処理を行う出力先ポート番号を決定し、該当する加入者網への転送処理を行うスーパーフレーム分解転送処理部を有することを特徴とする請求項3に記載の光波ネットワークデータ通信方式。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光波ネットワークデータ通信方式に関し、特に波長分割多重化(Wavelength Division Multiplexing: WDM)技術を利用した大規模基幹網(以降、光波ネットワーク)を介して多元的なデータ通信を行う形態において、加入者側ネットワークと光波ネットワークとを接続する通信方式に関する。

【0002】

【従来の技術】 インターネットの発展・普及に伴い、インターネット事業者およびキャリアにとってIPトラヒックの増大が大きな問題となっている。ネットワークにおけるトラヒックがIPプラットフォームに統一されつつある中、IPトラヒックに適した新しい基幹網の形態が議論されている。IPトラヒックが音声トラヒックを超えており、今後10年で各家庭や会社のデータと音声は、ともにIP回線でまかなわれ、課金は時間ではなくデータ量になると議論されている。

【0003】 また、大企業が長距離回線を2000年あたりから公衆交換電話網(PSTN: public switched telephone network)からIPネットワークに移行はじめ、コア網を運用する多くの網運用業者(キャリア)がIPプロバイダを買収しだすのではないかと予測される。このように、既存の音声トラヒックを主体とした電話交換網の位置づけが問われる時期となっており、これを機に従来型キャリアもIPトラヒックを本格的に取り扱う方向へ向かっており、既存網とインターネットの統合が急務である。

【0004】 また、光技術を用いたネットワークの分野ではWDM技術を採用したネットワーク設備の構築が北米市場を中心に急進しており、今後の光通信はWDMが主流となるといわれている。

【0005】 WDMは、複数の搬送波の波長を多重化して伝送路容量の拡大を図る技術であり、光ファイバ上の情報伝送量を飛躍的に増大させることができる。

【0006】 光ファイバの伝送波長域は十分広いが、従来の時分割多重方式(TDM: Time Division Multiplexing)ではその波長域を使い切れない。

【0007】 例えば、TDM1チャネルで500Gbit/sを実現しても、その占有帯域はせいぜい500~600GHz程度(波長域としては約5nm程度)で

ある。TDMでの大容量化は、そろそろ頭打ちの観があり、技術的な革新がないとこれまでのような急速な進歩は望めない。

【0008】WDM技術を利用することの利点として、多重化による大容量化と共に、中継ノードをトランスペアレンツに通過させることによる転送の高速化、中継ノードの処理負荷の軽減がある。

【0009】また、電子情報通信学会技術研究報告SS-E97-36, 1997年「Connectionless over ATM実現の一方式」(小川、升田他)等に記載されている技術においては、ATMコネクションレス網内のルーティングを高速・大容量化を実現させる為、コア網へのゲートウェイ機能を持つエッジ装置と、網内のコア装置から構成されるATMコネクションレス網において、網内のコア装置と比較して規模が小さくなると考えられるエッジ装置にプロトコル処理を集約させ、網内のコア装置はソフトウェアによるプロトコル処理は行わず、すべてハードウェアで実現する。ただし、上記従来技術においても、既存の加入者網を光波ネットワークに収容し、高速転送を行う方法については、いっさい開示されていない。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかし、WDMでは、波長資源は限られているためエンド・ツー・エンド(end-to-end)に波長を割り当てるような使用(Local Significant: ATMのVPI/VCIなど)は、現実的な解ではない。そして、IPデータのWDMによる伝送方式の標準化団体OIF(Optical Internetworking Forum)では、既存のSDHレイヤを見直して、WDMによる伝送路にIPデータを直接のせる方式(IP over WDM)の考え方があるが、水面下の議論であり標準化までは至っていない。

【0011】また、将来的に実現が望まれている全光化(All-optical)ネットワークでは、光波フレームをスイッチング動作も含め、光のみで処理してルーティングするというものであるが、左記に必要なコア技術は、光波フレームのフレーミングではなく、光スイッチの切替速度やバースト受信可能な高速PLLの実現にある。

【0012】特に実現が困難なのは後者のバースト受信PLL(Phase Lock Loop)であり、本技術の抜本的な進歩が望まれているが、現状の技術では、電気処理を用いたスイッチング技術を用いるのが妥当である。

【0013】ただし、通常、電気処理によるパケットスイッチは、64byteの最小IPパケット単位のスイッチングを行うため、例えば2.4Gbpsのインターフェース速度の収容インターフェースを有するパケットスイッチの場合は、64byte × 8bit × 1 / 2.4G

$bps = 210\text{ nsec}$ 内にスイッチのスケジューリング判定を行わなければならないため、将来テラレベルの容量をもつ大規模スイッチへ追随し得ることができず、高速大容量化ネットワークへの適合性に欠けるという課題を有している。

【0014】また、特開平7-99483号公報には、波長多重光ネットワークにおいて、各波長の光伝送チャネルを複数に分割したタイムスロットを用いて送受信を行う複数のノード間の通信において、これら複数のノードに対する前記タイムスロットの割当てを集中制御するネットワークコントローラを備えた光通信システムに関する技術が開示されている。この技術は、大量のデータ送信を行う一部のノードによって、トラフィックが制限されてしまい、他のノードが送信先の他のノードに共通の空きタイムスロットが確保できないという問題を解決する為になされた発明である。

【0015】ただし、上記公報に開示の技術においても、1秒間に数Million発生するIPフロー個々について、タイムスロットの割り当てを集中管理で行うこととは、現実的な解ではなく、高速大容量ネットワークへの適用には難点がある。

【0016】本発明は、光波ネットワークデータ通信方式に関し、特に波長分割多重化(Wavelength Division Multiplexing: WDM)技術を利用した大規模基幹網(以降、光波ネットワーク)を介して多元的なデータ通信を行う形態において、光波ネットワーク内のルーティング動作を簡易化するとともに、IPフローを集約し一定長未満のパケットは複数束ねてフレーム化することにより、既存の加入者側ネットワークと光波ネットワークとを適合させ、現状のパケットスイッチング処理速度に制限されることなく、効率的な相互接続を実現する光波ネットワーク通信方式を提供するものである。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明は、光波ネットワークデータ通信方式に関し、特に波長分割多重化(Wavelength Division Multiplexing: WDM)技術を利用した大規模基幹網(以降、光波ネットワーク)を介して多元的なデータ通信を行う形態において、加入者側ネットワークと光波ネットワークとを効率的に相互接続する通信方式を提供する。

【0018】そして、光波ネットワーク内転送に整合する光波アダプテーションレイヤを定義し、光波アダプテーションフレームを導入して、IP(Internet Protocol)パケットをネットワークサービス品質(Quality of Service: QoS)に応じてフレーム化する手段を有し、光波アダプテーションレイヤ処理として以下の機能を実現する手段を有することを特徴とする。本発明は、(1)加入者網を収容し、光波ネットワークのゲートウェイに位置するエッジ

ルータと、コア網内のコアルータに対し、光波ネットワーク内転送用の光波ルータアドレスを付与する手段と、

(2) 上記エッジルータにおいて、加入者側から受信したIPパケットの宛先IPアドレスとQoS情報から宛先光波ルータアドレスおよび集約フローラベル(AFL)を解決する手段と、(3) 加入者からのIPパケットを、前記解決した宛先光波ルータアドレス集約フロー識別子(AFL:集約フローラベル)をヘッダ情報に持つ、光波アダプテーションフレームに収容する手段と、(4) 光波アダプテーションフレームヘッダの光波ルータアドレスおよび集約フロー識別子(AFL:集約フローラベル)に基づいて光波ネットワーク内の経路を確定し、必要とされるQoSを満たすルーティングを行う手段と、(5) 超高速伝送網(OCT192, OCT768, OCT3072など)に対応するためにスーパーフレーム(Super Frame)を定義し、IPパケットをスーパーフレーム単位に更にフレーム化する手段と、

(6) スーパーフレーム単位に統計多重効果を得るために、複数のIPフローのパケットがスーパーフレームを転送コンテナとして共有できるアーキテクチャを構築する(シェア・ライドスキーム)手段と、(7) スーパーフレーム単位にトラヒックを監視し、帯域管理サーバに通知を行うとともに帯域管理サーバの指示により過剰なトラヒックの規制を行う手段、から構成される。

【0019】

【発明の実施の形態】本発明の光波ネットワークデータ通信方式は、光波ネットワークに適用する。

【0020】図1は、本発明を適用する光波ネットワークの構成を示した説明図であり、図1の上部のネットワーク図は、既存網と光波アクセス網、光波コア網の接続関係の例を示すネットワーク形態を表し、図1の下部のブロックは、上記ネットワーク形態に対応する転送網と、各種ルータのプロトコル階層構造を示したものである。

【0021】光波ネットワーク(17)は、例えば既存網(16)である加入者網と相互接続され、加入者網からのIPパケットを光波アダプテーションフレームに収容するエッジ装置(光波エッジルータ:12)と、網内の中継転送処理を光波アダプテーションフレーム単位で行う網内装置(光波コアルータ:13)により構成される。

【0022】また、光波ネットワークで用いるWDMは、複数波長を多重化して伝送路容量の拡大を図る技術であり、光波ルータ間を接続する物理リンクを波長パスと呼ぶ。そして、光波ネットワーク内の静的に張られた波長パスに対し、各光波ルータが波長選択を行うことで、動的に波長パスに対応可能となる。

【0023】本発明による光波ネットワークモデルは、光波アクセス網(15)と光波コア網(14)の2階層であり、アクセス網からバックボーンまで統合された拡

張性のあるネットワークを構築する。

【0024】また、光波アクセス網(15)は、波長パス(18)で接続される光波エッジルータ(12)により構築され、OSI(Open System Interface)参照モデルでレイヤ規定される多元的な既存網(16)、例えばIP(Internet Protocol)、SDH(Synchronous Digital Hierarchy)、ATM(Asynchronous Transfer Mode)等を収容し、既存網(16)のプロトコルに応じたレイヤ1、レイヤ2、レイヤ3の終端処理を行う。

【0025】そして、光波コア網(14)は、波長パス(18)で接続される光波コアルータ(13)により構築され、レイヤ1およびレイヤ2のみの終端を行う。

【0026】光波ネットワーク(17)における光波エッジルータ(12)相互間、光波コアルータ(13)間、および光波エッジルータ(12)・光波コアルータ(13)間は、それぞれ波長パス(18)により接続される。

【0027】また、既存のWDM網の光クロスコネクト(Optical cross connect:OXC)や光ADM(Add/Drop Multiplexer)装置等の波長リソースを介して光波ネットワークを構築してもよく、既存インフラとの整合性に応じて導入コストを抑えることも可能である。

【0028】本発明で記載する光波ネットワークデータ通信方式は、光波ネットワーク内で通用する光波ルータアドレスと、加入者側からの個々のIPフローを網内フローに集約した集約フロー、及び、光波ルータアドレスと集約フローを収容するための光波アダプテーションフレームを構成要素とし、光波ネットワーク内のルーティングを行うものであり、さらに、網内のパケット転送動作を効率化する為、スーパーフレーム転送方式を導入する。

【0029】まず、光波ルータアドレスについて説明する。

【0030】光波ルータアドレスとは、光波ネットワーク内で固有に定めたアドレスであり、この光波アドレスは、光波エッジルータ(12)及び、光波コアルータ(13)に対して付与される。

【0031】周知のように、IPアドレスは階層化されていないフラットなアドレス体系であり、IPアドレスを参照しただけでは、その端末の物理位置を特定できない。このため各ノードではルーティングプロトコル処理やアドレス解決処理が必要となるが、大規模基幹網においては通過ノード数が多くなるので、経由ノード毎に、このような処理を行うとスループットが低下する恐れがある。

【0032】これに対して、本発明による方式は、アドレス解決は光波エッジルータ(12)におけるIPアド

レスから光波ルータアドレスへの解決に限られ、光波ネットワーク内転送ではアドレス解決が不要である。このため、IPアドレスを直接扱うよりも網全体のスループットは著しく向上すると考えられる。

【0033】光波ネットワークは、光波エッジルータ(12)によって他の網から遮蔽されているため、光波ルータアドレスは基幹網を運営する網運用業者が独自に管理できる利点があるとともに、光波ネットワーク内の網内装置である光波コアルータではルーティングプロトコル処理やアドレス解決処理が不要となり、高速・大容量処理を実現する。光波ルータアドレスを階層化して形成することによって、ルーティングテーブル規模の削減や検索時間の短縮も可能である。

【0034】次に本発明の集約フローラベルの概念について図を用いて説明する。

【0035】図3は、本発明で適用する集約フローを導入した際の転送モデルを示す動作概念図である。

【0036】図4は、本発明で適用する集約フローを導入した場合のフロー管理テーブルの構成例である。

【0037】従来においては、たとえば、622Mビット／秒のSONET伝送方式であるOC12等の高速回線で転送中となるIPフローの数は1Million(100万個)に及び、また個々のフローが生起、あるいは死滅する頻度は非常に不安定である。しかしながら、個々のフローを集約した単位で捉えた場合は、非常に長い期間持続することが知られている。

【0038】一方、網運用業者(キャリア)の行う差別化したサービス(Differentiated Service)は、個々のIPのフローに関し、契約種別、トラヒック種別、アプリケーション別等のサービス品質に応じて、ネットワーク転送の差別化を行うものであり、リンク当たり数Million、数10Millionに及ぶIPフローをどのように監視制御し、ネットワークQoSを保証するかが課題となる。

【0039】上記課題を解決する手段として、本発明による光波ネットワーク内に設置される光波エッジルータ(12)及び光波コアルータ(13)などの各ノードでは集約フローの概念を導入する。

【0040】次に、図を用いて集約フローの転送とフロー管理テーブルの構成例について説明する。

【0041】図3に示すようにエッジ(図3中ノード番号#1)における光波ルータの処理は、加入者側で個々のIPフローを監視し、それらを光波ネットワーク内で定義される宛先光波ルータアドレス毎に集約したフローラベル(集約フローラベル)にマッピングする手段を備えている。

【0042】たとえば、図3(a)に示すように、エッジ装置である加入者ルータ11は、1秒当たり数Millionから数10Million発生するIPフローに対し、IPヘッダ情報を読み取り、個々の情報を管理

するフロー管理テーブルに照らし合わせて、当該フローの転送先を決定し、網内に転送を行っていた。よって、テーブルの大規模化及び検索時間の増大による転送遅延などの問題があった。

【0043】しかし、図3(b)に示すように集約フローの概念を用いると、加入者ルータは、同一宛先ノードに転送されるフロー単位に集約を行う為、本発明のエッジ装置における光波ルータ12または13は、集約フロー単位に転送先を決定すればよく、大規模網における高速転送に適している。

【0044】また、図3(a)の従来の転送動作に対応する図4(a)のフロー管理テーブル(301)では、たとえば、数Millionに及ぶエントリを登録する必要があったが、図3(b)に対応する集約フローの概念を取り入れた本発明のフロー管理テーブル(302)では、宛先ノードと所定の集約単位である集約フローラベル0～N毎に、情報をまとめることで、記憶領域と検索時間の大幅な削減が行える。

【0045】以上説明したように、光波エッジルータは20光波ネットワーク内で定義される集約されたフローのみ監視すれば良いため、非常に高速なインターフェースであってもフロー管理を簡易に実現することが可能となる。

【0046】次にユーザーパケットを収容し、光波ネットワークに転送する為の光波アダプテーションフレームについて説明する。

【0047】光波アダプテーションフレームは、すなわち、受信したユーザーパケットに対し、前述した集約フローラベル、光波ルータアドレスを付与して光波ネットワーク内を転送する為のフレームに収容するために定義され、ユーザーパケットを光波ネットワークに適合(Adaptation)させる為のフレームである。

【0048】以下、光波アダプテーションフレームとフレーム化過程について図を用いて説明する。

【0049】図5は、本発明の実施の形態の光波アダプテーションフレームへの収容手順を示す動作概念図であり、ユーザーIPパケット(401)であるIPv6フレームを光波アダプテーションフレーム(光波ADPフレーム：402)にカプセル化する概念を示している。

【0050】カプセル化とは、既存のユーザーパケット40等を別のフレームのデータ領域に格納し、新たなヘッダ情報を付けてフレーム形成する処理であり、カプセル化後の転送処理は、新たなヘッダ情報である光波ADPフレームヘッダ(光波ADPフレームヘッダ：403)に基づいて行われ、データ領域に格納されているユーザーIPパケット(401)のヘッダは、光波網内の転送上の宛先情報として参照されない。

【0051】光波アダプテーションフレーム(402)は、そのヘッダ部分に網内アドレスとして使用する光波ルータアドレス、網内フロー識別子として使用する集約フローラベル、およびその他の網内サービス識別情報を

収容することを目的とし、IPパケットをWDMをベースとしたSDHに適合させる為の中間的な網内フレームである。

【0052】光波アダプテーションフレーム(402)は、前述の光波ルータアドレス、集約フローラベル、網内サービス識別子を収容可能な網内フレームであれば、どのようなフレーム体系でもよいが、本発明ではIPv6フレームを光波アダプテーションフレーム(402)として採用した場合の実施例に関して説明する。

【0053】IPv6フレームフォーマットは、16byteという十分に広いアドレスフィールドを持っており、光波ルータアドレスを収容するには十分である。また、IPv6のアドレス体系は、階層化アドレス体系を持つため、ネットワーク上の位置情報などを意識した効率的なルーティング処理に適した形式に構成することが可能であると共に、ルーティングテーブルの小型化を図ることが可能である。

【0054】現状の大半の加入者パケットはIPv4パケットであると考えられるが、IPv6ではIPv4の収用法も標準的に規定されており、IPv6を利用すれば個別の収用法を避けることも可能である他、将来的にIPv6が広まれば、加入者網、光波網間の接点を意識せずに転送が可能である利点があり、IPv6のヘッダフィールドは、光波アダプテーションフレームとして使用する目的に適している。

【0055】次に、ユーザーIPパケットの光波アダプテーションフレームへのカプセル化動作について説明する。

【0056】図5に示すように、既存加入者網(16)から光波エッジルータ(12)に流入するユーザーIPパケット(401)は、光波アダプテーションフレーム(402)として採用したIPv6フレームでカプセル化して光波ネットワーク(17)内に転送される。

【0057】光波アダプテーションフレーム(402)のヘッダ部である光波アダプテーションフレームヘッダ(403)は図6に示すように、光波ネットワーク(17)内で使用される各パラメータである宛先光波ルータアドレス(407)、集約フローラベル(Aggregated Flow Label: 405)、網内QoS識別子であるClass(404)、Payload Length(406)等が収容される。

【0058】このようなユーザパケット(401)から、光波アダプテーションフレームを構築する方法は、光波エッジルータ(12)、あるいは光波コアルータが設置されるネットワーク形態に応じて、複数の光波アダプテーションフレーム構築モードが存在する。

【0059】ここで、本発明の光波ルータでは光波アダプテーションフレームへのフレーム化モードとして、以下のシングルフレームモード(Single Frame Mode)とスーパーフレームモード(Super

Frame Mode)の2種類を規定する。

【0060】すなわち、ユーザパケットごとに光波アダプテーションフレームへのカプセル化を行うモードがシングルフレームモードであり、同じ集約フローに属する複数のユーザパケットを1つの光波アダプテーションフレームとして構築するモードが、スーパーフレームモードである。

【0061】本発明のフレーム化モードを図7にまとめる。

10 【0062】図7は、本発明の実施の形態のフレーム化モードの説明図である。

【0063】図7および図1を参照して各光波アダプテーションフレームモードとその適用形態に関して説明する。

【0064】シングルフレームモードでは、ユーザパケット単位に光波アダプテーションフレームへのカプセル化を1対1に行う。ここでは、最小パケット(IPパケットの規定は最小64Bytes)に対しても40Bytesの光波アダプテーションフレームヘッダによるオーバーヘッドが付与されることより、光波ネットワーク(17)側のリンク容量が十分に確保できる形態で使用される。図1では、光波アクセス網(15)をシングルフレーム(Single Frame)転送網とした例を示している。

20 【0065】スーパーフレームモードでは、同じ集約フローに属するユーザパケット(401)をとりまとめ、一定長以上のビッグパケット単位に光波アダプテーションフレーム(402)へのカプセル化を行う。従って、光波アダプテーションフレームヘッダのオーバーヘッド処理は緩和される。そして、パケット長の長いフレームを扱う光波コアネットワーク(14)に接続する形態で使用される。

30 【0066】次に、本発明で導入した光波ルータアドレス、集約フローラベルを用いて、各光波エッジルータ(12)、光波コアルータ(13)における本発明の光波ネットワーク内ルーティング動作について説明する。

【0067】図8、図9は、集約フローを導入した際のパケット転送動作(振り分け手順)を示す説明図である。

40 【0068】図8は、AFL(集約フローラベル)単位のトラヒック分散手順を示す動作概念図であり、図9は、振り分け比率を考慮したトラフィック分散手順の拡張形態である。

【0069】光波ネットワーク(17)内では、前述した宛先光波ルータアドレスと集約フローラベルにより光波アダプテーションフレームのルーティングを行う。

【0070】光波ネットワーク(17)内では、ある送信元光波ルータから宛先光波ルータに至る経路(波長パス)は複数存在し、各経路のトラヒック負荷状況とネットワーク内のトラヒック設計から適合する一つの経路を

50

動的に選択する。

【0071】図8における転送例では、同一宛先光波ルータDに向かうパケットが光波ルータAに到着した場合の振り分け手順を示したものである。

【0072】図8に示すように、光波アダプテーションフレームを受信した光波ルータAからDに向かう経路には、光波ルータBを経由する経路と光波ルータCを経由する経路の2通りが存在する。

【0073】この時、光波ルータAでは、受信した光波アダプテーションフレームヘッダ部の集約フローラベル(AFL)をKeyに、自身がもつルーティングテーブル(後述)を参照し、AFL=1の光波アダプテーションフレームは光波ルータBへの経路を選択し、AFL=2の光波アダプテーションフレームは光波ルータCへの経路を選択する。

【0074】図9における転送例は、図8の転送例を一部拡張したものであり、前記同様2種類の経路候補のうち、光波ルータBを経由する経路には全体の25%の比率で振り分け、光波ルータCを経由する経路には全体の75%の比率で振り分け転送を実施している。

【0075】このように、同じ宛先光波ルータアドレスDに対して複数のAFL(集約フローラベル)を定義することで、細かい比率単位のトラヒック分散も可能である。

【0076】なお、個々のIPフローは、光波ネットワークの入り口エッジにおいて、フローの終了まで同一の集約フローラベルが割り当てられる手段を有しているので、個々のIPフロー内でパケットの優先順位が崩れることはない。

【0077】次に、網内の転送効率を上げる為、同一の集約フローに属する複数のフレームを1つの大きなフレームに格納し転送するスーパーフレーム転送方式について図を用いて説明する。

【0078】スーパーフレームとは、一定長以上のフレーム長で規定され、例えばイーサネット(登録商標)(Ethernet(登録商標))の最長パケットである1.5Kbyteを基準にロングパケット長を規定した場合について具体的に説明する。

【0079】規定長(1.5Kbyte)以上のロングパケットは單一でスーパーフレームとして扱い、光波ネットワーク(17)内に転送する。一方、数10byte、数100byteのショートパケットは複数で一つのスーパーフレームに組み立てて転送する。

【0080】図10を参照して、光波アダプテーションフレーム(スーパーフレーム)へのカプセル化過程に関して説明する。

【0081】図10は、光波アダプテーションフレーム(スーパーフレーム)へのカプセル化過程を示す動作概念図である。

【0082】同一の宛先光波ルータに向かい且つ同一A

F Lが割り当てられたユーザパケットは、出力側の光波ネットワークインターフェース回線カード(203)のスーパーフレーム構築部(Super Frame構築部:222)で、一定長以上のスーパーフレームに構築される。

【0083】図10の例では、加入者インターフェース回線カード(202)のインターフェース番号:#1に到着したPKT_1、インターフェース番号:#2に到着したPKT_2、光波NWIF回線カード(203)のインターフェース番号:#2に到着したPKT_4は、いずれもAFL=2を光波アダプテーションフレームヘッダとして持つため、N×Nパケットスイッチ(205)を介した出力先となる光波ネットワークインターフェース回線カード(203)のインターフェース番号:#1のスーパーフレーム構築部(222)において、新たなAFL=2のスーパーフレームに再構築されていることを示している。

【0084】次に、本発明の実施の形態について、前述した光波ネットワーク内の転送メカニズムを実現するための装置構成に関して概要を説明する。

【0085】図2は、本発明で適用する光波エッジルータの構成を示す要部ブロック図である。

【0086】光波エッジルータ(12)は、加入者網を収容し、ゲートウェイとして機能する加入者インターフェース回線カード(202)と、光波ネットワークの接続点として機能する光波ネットワークインターフェース回線カード(203)と、N×Nパケットスイッチ(205)と、装置内サーバとして機能する監視制御部(204)とを備えている。

【0087】対して、光波コアルータ(13)は、送受信部とも光波ネットワークとの接続インターフェースを有する光波ネットワークインターフェース回線カード(203)と、N×Nパケットスイッチ(205)と、装置内サーバとして機能する監視制御部(204)とを備えており、加入者インターフェース回線カード(202)を持たないという光波エッジルータ(12)との構成の違いがある。

【0088】以下、光波エッジルータの加入者インターフェース回線カード(202)の構成要素に関して説明する。

【0089】加入者インターフェース回線カード(202)は、加入者網(16)からのユーザパケットの送受信を行う加入者ネットワーク(Network: NW)インターフェース(Interface: IF)部(206)と、加入者ネットワークから受信したユーザパケットを光波アダプテーションフレームの一つのモードであるシングルフレームにカプセル化するSingle Frame構築処理部(207)と、各ユーザパケットに対し、図6を用いて説明した光波アダプテーションフレームヘッダ(403)に光波ネットワーク(17)内の

転送処理で使用される解決対象エントリである宛先光波ルータアドレス(407)、集約フローラベル(405)、網内QOS識別子(404)、Payload Length(406)を各々格納するメモリ(213)と、宛先光波ルータアドレス(407)、集約フローラベル(405)のペア情報毎に転送容量を監視するTraffic Meter(211)と、パケットスイッチとの送受信インターフェース機能を有するパケットスイッチIF部(212)を含んでいる。

【0090】加入者インターフェース回線カード(202)のSingle Frame構築処理部(207)は、さらに、加入者網(16)から受信したOSI参照モデルのレイヤ3の宛先アドレス(例えばIPアドレス)と、各宛先アドレスに対応する光波ルータアドレスを解決する光波アドレス解決部(208:光波Adder解決部)、および、解決した光波ルータアドレス毎に割り当てるAFLを解決するAFL解決部(210)と、割り当てたAFLに対し、同一の集約フローに属する転送情報を維持管理するためのCache索引部(209)による構成である。

【0091】また、Traffic Meter(211)は、監視制御部(204)よりAFL毎に設定された転送可能容量を超えるような過剰なトラヒックの流入を監視し、転送可能容量を超える場合は、読み出し部に対してフィードバック制御を行う手段を有しており、該当するAFLをもつパケットを廃棄、または読み出优先を下げるポリシング制御を行う手段を有する。

【0092】そして、パケットスイッチIF部(212)では、各パケットが属するAFLに割り当てられた網リソース量に依存して転送サービス頻度を決定するWFQ(Weighted Fair Queuing)方式に基づくスケジューリング機能により、要求サービス品質が提供されるべく、パケットスイッチ(205)に対して転送制御を行う機能を有している。

【0093】WFQ方式は、帯域割当てに応じてパケットを転送するキューイング技術であり、例えば、D. Clark、他：“Supporting Real-Time Applications in a n Integrated Services Packet Network : Architecture and Mechanism”、ACM SIGCOMM'92にて詳述されているので、詳解は省略する。

【0094】次に、加入者インターフェース回線カード(202)のパケット転送動作について図11等を用いて説明する。

【0095】図11は、加入者インターフェース回線カード(202)のパケット転送処理を示す機能ブロック図であり、図2で示す光波エッジルータの構成で特に加入者インターフェース回線カード(202)を中心としたパ

ケット転送処理を担う要部について詳細な機能ブロックを表したものである。

【0096】以下、加入者インターフェース回線カード(202)の詳細な構成、動作について説明する。

【0097】まず、図2と図11を用いて各処理ブロックで必要となるパラメータとテーブル構成に関して説明する。

【0098】図11において、メモリ(213)は、光波ARPテーブル(901)、AFL Cache(902)、AFLテーブル(903)により構成される。

【0099】光波ARPテーブル(901)は、光波ネットワークへの入力エッジとなる加入者インターフェース回線カード(202)で、宛先レイヤ3アドレスを検索キーとして光波ネットワーク内で、唯一の光波ルータアドレスを解決するテーブルであり、具体的には、受信したIPv6パケットの宛先アドレスをキーに、検索対象となるアドレスビット数、宛先エッジの光波ルータアドレスが記憶されている。そして、ネットワークトポロジー変更等の経路追加あるいは削除に応じて、監視制御処理部(204)よりシステムバス経由でダウンロードされ、適宜、最新の状態に更新されている。

【0100】AFLテーブル(903)は、光波ルータアドレスをキーとして、対応する網内フロー識別情報であるAFLと、スイッチング先ポート番号を記憶している。

【0101】光波ネットワーク内のルーティングは、光波ルータアドレスとAFLによって行われるが、光波ネットワーク内では一つの送信元光波ルータから宛先光波ルータに到る経路は複数存在し、各経路のトラフィック負荷状況とネットワーク内のトラフィック設計から適合する一つの経路を選択する。光波ネットワークへの入力エッジとなる加入者インターフェース回線カード(202)、同一宛先(光波ルータ)に対しては、AFL単位に、動的なパケットストリームの振り分け(deflection)転送を行うために、新規フローに割り当てるAFL、及び左記AFLに対応するスイッチング先ポート番号、および該当するスイッチング先ポート番号に振り分ける比率等を記述している。そして、前記解決した光波ルータアドレスを検索キーとして、AFL、スイッチング先ポート番号を取得する。

【0102】本テーブルの構築は、装置内に配備するトラフィック状況や、ネットワーク設計により設定割合を管理する波長バスサーバ部(図示せず)により集中管理され、上記サーバ部より、各加入者インターフェース回線カードにダウンロードされる。

【0103】そして、加入者インターフェース回線カードは、新規フローとなる最初のパケットに対して、その都度AFLテーブル(903)にアクセスし、解決したAFLを割り当てて送信する。

【0104】但し、同一の集約フローに属する後続のI

Pフローに関して、別の迂回ルートを使用して転送してしまうと、宛先の光波エッジノードでのパケット到着順序が崩れる可能性がある為、網内の転送経路及びAFLを維持する必要があるため、光波ネットワークへの入力エッジとなる加入者ネットワークインターフェース回線カード(202)のメモリ(213)において、集約フローに対するAFL cache(902)を備えており、当該AFL cacheは、例えば連想メモリ(CAM: Content Addressable Memory)により構成する。

【0105】本AFL cacheテーブルの登録情報(エントリ)として、光波ルータアドレス、IPフローを識別する為の要素であるFlowラベル情報を検索キーとするアドレス情報として、そして、対応するデータとして網内フロー識別の為のAFLと、スイッチング先ポート番号、および、エントリ削除までのタイマフラグが記憶されている。

【0106】そして、加入者ルータ(11)から受信したIPv6パケットは、アドレス解決後の光波ルータアドレスとIPv6フローラベルの中の、一部フィールド(例えば20bit中の数bit)のペア情報を検索キーにAFL cache(902)のテーブルが索引され、合致するエントリが無ければ、次段のAFLテーブル(903)の検索を行い、当該検索処理で取得したAFLとスイッチング先ポート番号のペア情報を与え、本CAMに登録する。

【0107】本AFL cacheテーブル(902)は、キャッシュメモリの扱いであるため、テーブル内容はエージングタイマ(agging timer)により一定時間保持した後、削除する。タイマ終了までに読み出されれば、タイマはリフレッシュされ、更に一定時間保持する。

【0108】図12は、加入者インターフェース回線カードにおける光波アダプテーションフレームへのカプセル化過程を示すフローチャートである。

【0109】図12に示すフローチャートは、以下の大きく4つのフェーズに分類される。

【0110】<メモリWrite Phase>加入者NWIF部(206)で受信したIPパケットを到着順に光波アダプテーションフレーム構築用メモリ(922)に蓄積を行うフェーズ。(ステップ1121, 1122)

<光波アドレス、AF_INFO解決フェーズ>ヘッダ抽出部(911)では、検索keyとなるIPv6フローラベルと宛先IPv6アドレスの各情報(IPv6 Flowラベル, Dest IPv6 Addr)を抽出し、各テーブルのハードウェアによる検索処理により、宛先光波ルータアドレス、AFL、スイッチング先ポート番号を取得するフェーズ。(ステップ1102～1110)

<Single Frame生成フェーズ>光波アダプテーションフレームヘッダ構築部(931)で、光波アダプテーションフレームヘッダとして使用するIPv6ヘッダフォーマットに従い、アドレス解決時に取得した宛先光波ルータアドレス、AFL等を所定フィールドに埋め込んだ光波アダプテーションフレームヘッダを生成するフェーズ。(ステップ1111, 1112)

<メモリRead Phase>光波アダプテーションフレームヘッダ構築が完了したパケットからメモリ(922)より読み出し、MUX部(941)において光波アダプテーションフレーム化(IPv6パケット+OH40B)してパケットスイッチIF部(212)へ出力するフェーズ。(ステップ1124, 1125)

以上のような大きく4つの処理フェーズにより受信したIPパケットの光波アダプテーションフレーム化は行われるが、ここでは特に上記の光波アドレス、AF_INFO解決フェーズに該当する受信したIPパケットのヘッダ情報から光波アダプテーションフレームの具体的な集約フローラベル(AFL)と、出力先スイッチングポート番号を取得するAF_INFO取得部の処理について、受信したIPパケットがIPv6パケットである場合の詳細な動作を、図11をあわせて参照して説明する。

【0111】加入者NWIF部を介し、加入者からIPv6パケット(401)を受信すると、v6ヘッダ抽出部(911)では、受信IPv6パケットから、IPv6パケットヘッダを抽出し(ステップ1101)、ヘッダ情報に含まれる宛先IPアドレスをキーとして、光波ARPテーブル(901)を検索する(ステップ1102)。

【0112】そして、光波ARPテーブル(901)に登録されている情報により宛先IPアドレスから対応する宛先光波ルータアドレスを解決できたか判定し、光波ルータアドレスが解決できなかった場合、そのパケットは廃棄する(ステップ1103:No)。

【0113】すなわち、通常のキャリアの運用形態において、光波ネットワークを用いた通信サービス加入時に、加入者IPアドレスに対する光波ルータアドレスが事前に設定されており、上記のような光波ルータアドレスが解決できない場合とは、正規加入のユーザーから受信したパケットでないか、あるいは伝送時に生じたデータ誤りによるIPアドレス値不正と考えられる為、廃棄を行う。このようなゲートウェイの機能を有するエッジルータは正常なパケットについてのみ光波ネットワークに送出する為の処理を行う。

【0114】そして、宛先光波ルータアドレスを解決できたパケット(ステップ1103:Yes)については、更に、宛先光波ルータアドレスとIPv6パケットのFlowラベルのペア情報をキーにAFCache(902)のエントリ情報の索引を行い(ステップ11

04)、AFLと出力先であるスイッチング先ポート番号を解決する。

【0115】ここで、IPv6のFlowラベルと宛先光波ルータアドレスが登録済みであるか判定を行い（v6_Flow_Lbi, Dest_Opt_Addrが登録済み？：ステップ1105）、これらに対応するターゲットエントリであるAFLとスイッチング先ポート番号が取得できた場合は（ステップ1105：Yes）、AFCacheのエージングタイムをリフレッシュし（ステップ1109）、シングルフレームヘッダを生成してAF_INFO取得フェーズは完結する。

【0116】上記の処理は、先頭パケットにより既にキャッシュにAFL情報が登録されて、後続して受信されたIPパケットについての処理動作であり、後続パケットは、キャッシュを参照することにより、AFLとスイッチング先ポート番号を解決することができる。

【0117】一方、宛先光波ルータアドレスとIPv6のFlowラベルに対するAFLとスイッチング先ポート情報が取得できなかった場合（ステップ1105：No）、次に、宛先光波ルータアドレスをキーにAFLテーブル（903）の検索を行い（ステップ1106）、対応するAFL（集約フロー）値を取得する。

【0118】AFLテーブル(903)を用いて、AFLとスイッチング先ポート番号よりなるAFL情報が解決できなかった場合(ステップ1107:No)、当該ペケットは廃棄する。

【0119】AFLテーブルを用いてAFL情報が解決できない場合の具体例とは、伝送路障害や、ネットワーク内の過度の輻輳、あるいは、AFLテーブルの情報更新が適切に行われていないなどの場合が挙げられる。このような場合、当該宛先光波ルータアドレスに対する新規フローについて、割当て可能なAFLまたはスイッチング先ポートがなく、受信したパケットを後段の光波ネットワーク内に送信できない。

【0120】また、AFLテーブルを用いてAFLとスイッチング先ポート番号が取得できた場合は（ステップ1107：Yes）、当該情報を、IPv6ヘッダのFlowラベル、宛先光波ルータアドレスのペア情報に対応付けて、AFCache(903)に登録する（ステップ1108）。

【0121】その後、AF Cacheのエージングタイムをリフレッシュし(ステップ1109)、シングルフレームヘッダ(Single Frame Header)を生成して(ステップ1111)、AF_INF_O取得フェーズは完結する。

【0122】以上、述べたように、加入者インタフェース回線カードでは、受信したIPパケットを光波アドレスとAFILを持つ、光波アダプテーションフレームであるシングルフレームにカプセル化し、パケットスイッチ部に送り出すことを主な機能とし、そのAFIL情報の解

決の方法は、そのIPパケットが既に受信したことのあるフローに属していればAFL Cacheを参照し、AFL Cacheに登録されていない新規集約フローである場合には、AFLテーブルを参照し、AFL情報の解決を行う。

【0123】すなわち、AFL情報を一度解決したことがあり、エージングにより消去されていない既転送の集約フローに対する光波アダプテーションフレームへのカプセル化は、ハードウェア的にキャッシュメモリを参照するのみでよく、高速に転送処理を行うことができる。

【0124】次に、光波ネットワークインターフェース回線カード（203）の構成要素に関して図2を参照して説明する。

【0125】まず、パケットスイッチ（205）から光波NWIF部（223）方向への転送処理ブロックに関して順に説明する。

【0126】パケットスイッチ（205）との送受信インターフェース機能を有するパケットスイッチIF部（212）、加入者NWIF部（206）から受信したシン

グルフレームをスーパーフレームにカプセル化する、あるいは光波ネットワークインタフェース回線カード（203）から受信したスーパーフレームを更にカプセル化するためのスーパーフレーム構築部（222）、規定以上のIPパケットが挿入されていなくても光波ネットワーク側へ転送する制御を行うスケジューラ（224）、Traffic Meter（211）、光波ネットワーク（17）とスーパーフレームの送受信を行う光波ネットワーク（Network：NW）インタフェース（Interface：IF）部（223）による構成である。

【0127】Traffic Meter (211)、
パケットスイッチIF部 (212) は、加入者インターフ
ェース回線カード (202) のそれと同じ機能を持つ。

【0128】次に、光波NWIF部（223）からパケットスイッチ（205）方向への転送処理ブロック構成に関して説明する。

【0129】光波ネットワークインターフェース回線カード(203)において、光波ネットワークとの送受信インターフェース機能を有する光波NWF部(223)、

受信したスーパーフレームのフレームヘッダより、宛先光波ルータアドレスを取得し、自装置のアドレスか否かをチェックする光波アドレス取得部(226)、自装置のアドレスと異なる場合に、宛先光波アドレスに対する転送波長バスをメモリ(225)より読み出し、該当するスイッチポートへスーパーフレームを転送するスーパーフレーム転送部(227)、宛先光波アドレスが自装置のアドレスと一致する場合にスーパーフレームのペイロード長を辿ることによりスーパーフレームを分解してユーザパケットを取り出し、更に該パケットヘッダの宛先アドレス(Destination Address)

s) よりアドレス解決処理を行い、対応するスイッチポートへユーザパケットを転送する手段を有するスーパー フレーム分解部(228)による構成である。

【0130】次に、図13を参照して、スーパー フレーム受信処理動作に関して説明する。図13は、本発明の実施の形態の光波ネットワーク側からの受信処理を示す要部説明図である。

【0131】スーパー フレーム(701)を受信すると、クラス取得部(1501)において、スーパー フレームヘッダ内のクラスフィールドより網内サービスクラスを取得し、中継判定部(226)において、スーパー フレームヘッダ内の宛先光波ルータアドレスを参照する。

【0132】ここで、宛先光波ルータアドレスが自分の光波ルータアドレスと一致する場合は、スーパー フレームをIPv6パケットに分解して、左記IPv6パケット単位で処理を行う。宛先光波ルータアドレスが自分の光波ルータアドレスと一致しない場合は、スーパー フレームのまま転送処理を行う。

【0133】スーパー フレーム転送処理部(227)の動作は、次の通りである。スーパー フレームアドレス解決部(1511)において、スーパー フレームヘッダ内の宛先光波ルータアドレス及びAF Lを参照し、送信すべき光波ネットワークインターフェース番号(スイッチポート)を決定し、データ出力部(1502)へ出力する。

【0134】また、フレーム長取得部(1512)において、スーパー フレームヘッダからフレーム長を取得し、データ出力部へ出力する。

【0135】一方、スーパー フレーム分解処理(228)の動作は、次の通りである。

【0136】PKT parser(1521)において、IPv6ヘッダ内のペイロード長を参照することによりスーパー フレームをユーザパケットに分割、復元する。上記復元処理は、IPv6ヘッダ内のペイロード長(Payload Length)を参照し、IPv6パケットの境界を識別することにより実施する。そして、分解したパケットの正常性を確認するために、バージョン(Version)番号とNext Headerの正当性をチェックする。ペイロード長の誤りなどにより、途中でパケット境界が識別できなくなった場合、以降のパケットは廃棄する。

【0137】復元されたIPv6パケットは、アドレス解決部(1511)において、IPv6ヘッダ内の宛先IPアドレスより、送信する加入者インターフェースへのスイッチング先ポート番号を決定し、データ出力部(1502)へ出力する。PKT長取得部(1523)において、IPv6ヘッダ内のパケット長フィールドよりパケット長を取得し、データ出力部(1502)へ出力する。

【0138】データ出力部(1502)では、共通処理部(1503)より入力された、パケットデータと網内QoSクラス、およびIPv6パケット処理、もしくは、スーパー フレーム処理より入力されたスイッチポート、データ長より、パケットスイッチIF部(221)に対して、data, length, QoS Class, SW portを出力する。以上、本発明の第一の実施の形態で説明した、このようなスーパー フレームを導入する利点に関して、以下に示す。

【0139】第一の利点は、集約フローが光波アダプテーションフレームの形で集約されているので、光波ネットワークのトラヒック転送機能とフレーム処理が整合することである。

【0140】第二の利点は、一定以上の長さを持つ大きなパケットであるので10Gビット/秒のSONET伝送方式であるOC192や40Gビット/秒のOC768の高速インターフェースであってもルーティング処理が可能になり、大容量スイッチの構築が可能になることがある。

【0141】第三の利点は、光波アダプテーションフレーム化によるオーバーヘッド(ヘッダ長)が無視できる等である。なお、スーパー フレーム導入の目的は、高速リンク終端における処理コストの削減、光波コア網(14)における大容量スイッチの実現等にある。従って、すべての光波エッジルータ(12)がスーパー フレーム機能を有する必要はないしかし、スーパー フレーム構築には以下のようないくつかの課題がある。第一の課題は、スーパー フレーム内のペイロード使用率の問題である。第二の課題は、スーパー フレーム組立にともない遅延が発生する点である。

【0142】第一の課題に関しては、スーパー フレーム内に含まれる複数のIPパケットの長さの総和とスーパー フレーム長の割合によっては、リンク使用率低下を引き起こす可能性がある点であり、例えば数10byteの单一IPパケット単位に数Kbyteのスーパー フレームを構築すると、スーパー フレームが転送される光波ネットワーク内のリンク使用率が非常に悪くなり、有効にネットワーク帯域を利用できない。従って、スーパー フレーム内のペイロードに占めるIPパケット長の総和が一定以上になって初めてスーパー フレームは光波ルータから光波ネットワークに転送されなければならない。

【0143】一方、第二の課題に関しては、ある集約フローへのトラヒックが非常に低い場合が問題になる。光波ルータでは、左記集約フローに対するスーパー フレームが構築中であるが、最初のIPパケットがスーパー フレーム挿入された後、後続するトラヒックが少ないと、スーパー フレームが構築されて光波ネットワーク内に転送されるまで非常に長い時間かかる場合が予想される。

【0144】上記二点の課題を解決する為に、スーパー フレームの拡張した実施形態としてシェア・ライド(S

hare Ride : 乗合) の概念を導入した第2の実施の形態について説明する。

【0145】シェア・ライドとは、スーパーフレームのペイロードの利用率を一定以上にする仕組みであり、本発明では、上記の方式をシェア・ライド方式と呼んでいる。

【0146】シェア・ライドとは、一般に北米の空港ターミナルにおいて乗客を共通目的のターミナルまで運搬するために使用される乗り合わせ用のバスである。

【0147】スーパーフレームは集約フローに対応して定義されるフレームであり、集約フローを共有する、ペイロード利用率の低いスーパーフレーム同志の情報を乗り合わせて1つのスーパーフレームとして転送することにより、できるだけ多くの異なるIPパケットを収容(enapsulation)し、スーパーフレームの利用率を上げるものである。

【0148】図を参照して、上記シェア・ライド方式の一実施例に関して説明する。

【0149】図14は、光波ルータ内でシェア・ライドを適用した場合の転送メカニズムを示した説明図である。

【0150】図15は、経由する光波ルータ間でシェア・ライドを適用した場合の転送動作を示した説明図である。

【0151】図14に示すように、光波ルータにおいて、同一宛先光波ルータ、同一AFLを持つフレームに對し、光波ネットワークへの出力インタフェース部のスーパーフレーム構築部(図2の222)で、一定長以上のスーパーフレームにカプセル化することによりリンク使用率の向上を図っている。

【0152】すなわち、宛先AのAFL値=1を持つパケット収容効率の低いスーパーフレーム群と、宛先BのAFL値=2を持つスーパーフレーム群が到着した場合、受信した光波ルータでは、各々AFL=1、宛先Aを持つスーパーフレームと、AFL=2、宛先Bを持つスーパーフレームに再構築して後段の光波ネットワークに送信を行う。

【0153】図15においては、光波ネットワークの転送経路に位置する光波ルータ上でパケット収容効率の低い複数のスーパーフレームをマージして新たなスーパーフレームに再構築して転送している動作例を示しており、本発明は、集約フロー単位に複数のIPパケットがスーパーフレームを転送コンテナとして共有できる手段を有している。

【0154】さらに、本発明の実施の形態では、スーパーフレーム組立にともない遅延が発生する課題を解決するため、タイマによる遅延保証機能を導入する。

【0155】たとえば、ある集約フローへのトラヒックが非常に低いケースにおいて、前述のシェア・ライドを導入した場合、既にスーパーフレームに挿入されたIP

パケットが転送経路上の光波ルータで長時間待たれる場合が存在する。

【0156】これを防ぐために光波ルータのスーパーフレーム構築メモリに滞在する時間のタイムオーバーを規定し、一定時間以上滞在しているスーパーフレームに関しては、たとえ規定以上のIPパケットが挿入されていなくても光波ネットワーク上に転送する手段を設けている。

【0157】次に、図16を参照して、上記シェア・ライド機能を主に実現する光波コアルータの光波ネットワークインタフェース回線カード(203)の動作詳細に関して説明する。

【0158】既に述べたように、光波コアルータ(13)は、送受信部とも光波ネットワークとの接続インターフェースを有する光波ネットワークインタフェース回線カードと、N×Nパケットスイッチ(205)と、装置内サーバとして機能する監視制御部(204)とを備えており、光波エッジルータ(12)とは、加入者インターフェース回線カード(202)を持たないという構成の違いがある。図16は、光波ネットワークインタフェース回線カードのスーパーフレーム構築部(222)の要部説明図である。

【0159】光波ネットワークインタフェース回線カードでは、オーバーヘッド処理を少なくし、光波コア網内を高速転送を行う為に、同一集約フローに属し、パケット長が一定長以下のパケットについては、処理の高速化を行う為に、フレーム長の大きなスーパーフレームのペイロード部に、複数載せて光波網内に転送するものである。スーパーフレーム構築部(222)は、スーパーフレーム構築用メモリ(1201)、入力ブロック決定処理部(1205)、出力ブロック決定処理部(1206)、スーパーフレーム管理用メモリ(1204)、ヘッダ作成部(1202)、タイマ監視部(1203)による構成である。

【0160】そして、加入者網(16)側からのIPv6パケット、あるいは光波ネットワーク側(17)からのスーパーフレームがパケットスイッチ(205)経由で入力されると、入力ブロック決定処理部(1205)では、宛先光波ルータアドレス、AFLを抽出し、スーパーフレーム構築用メモリ(1201)にAFL毎に蓄積する。

【0161】蓄積されたパケットデータ量がスーパーフレームの規定長(1.5KBytes)を超えると、入力ブロック決定処理部(1205)から、ヘッダ作成部(1202)に通知し、スーパーフレーム用のヘッダを作成し、スーパーフレーム管理用メモリ(1204)の出力ブロクリスト(1302)に追加する。また、元々、ペイロード長が規定長(1.5KBytes)を超えるスーパーフレームを受信した場合は、直接出力ブロクリスト(1302)に追加する。

【0162】 タイマ監視部（1203）は、蓄積中のスーパーフレームに対してタイムアウト監視を行い、タイムアウトの発生したスーパーフレームはペイロード長が規定長（1.5Kbytes）以下であっても出力ブロックリスト（1302）に追加する。

【0163】 出力ブロック決定処理部（1206）は、スーパーフレーム管理用メモリ（1204）より読み出した出力ブロックリスト（1302）に基づいて、スーパーフレーム構築用メモリ（1201）から順にスーパーフレームを読み出し処理を行う。

【0164】 次にスーパーフレーム構築メモリ構成について図を用いて説明する。図17は、スーパーフレームを構築するために使用される各メモリフォーマットを示す構成説明図であり、これを参照してスーパーフレーム構築メモリ構成に関して説明する。

【0165】 スーパーフレーム構築メモリ構成は、受信データを格納するスーパーフレーム構築用メモリ（1201）とパケットデータの入出力を制御するためのスーパーフレーム管理用メモリ（1204）の二種類のメモリ構成である。

【0166】 スーパーフレーム構築用メモリ（1201）は、{(規定長：1500×2）+オーバーヘッド分（40B）}Byteを1ブロックとするn個のブロックより構成され、各ブロックに1つのスーパーフレームが格納される。

【0167】 スーパーフレーム管理用メモリ（1204）は、AF管理領域（1301）と、出力するブロックのリストである出力ブロックリスト（1302）と、データの格納されていないブロックのリストであるフリーブロックリスト（Free Block List：1303）による構成である。

【0168】 AF管理領域（1301）は、パケットデータを蓄積する際の情報をAF番号毎に管理し、データを格納するブロック（block）、現在格納されているデータの量（length）、タイムアウトしてデータが出力ブロックリスト（1302）に追加される迄の時間（time out）を各構成要素として持つ。

【0169】 ここで、AF#1等のAF番号は、例えばメモリのアドレスを意味し、装置内でローカルに各集約フローを管理する為の管理番号であり、宛先光波ルータとAFLより規定されるフローを装置内で一意に識別するための識別子である。また、入力ブロック決定処理部（1205）では、構築済みのスーパーフレームを出力ブロックリスト（1302）の末尾に追加し、順に出力処理を行う。

【0170】 タイマ監視部（1203）では、一定周期でAF管理領域（1301）内のタイムアウト（time out）値をデクリメントする。そして、デクリメントした際に、タイムアウト値が0となったAF番号の項目は、タイムアウト時間を超過したものと判断し、蓄

積途中のデータをスーパーフレーム化して転送する。

【0171】 その際の処理手順は、ヘッダ作成部（1202）にスーパーフレーム作成を通知する手順、出力ブロックリスト（1302）に該当するブロックを追加する手順、AFL管理領域（1301）の該当部分を初期化する手順、出力ブロック決定処理部（1206）は、スーパーフレーム管理用メモリ内の出力ブロックリスト（1302）より指定されるブロックの順にスーパーフレームを転送する手順より構成され、転送の完了したブロックは、フリーブロックリスト（1303）の最後尾に追加する。

【0172】 次に、図18を参照して、光波ネットワークインターフェース回線カードにおける光波アダプテーションフレーム（スーパーフレーム）へのカプセル化処理フローを説明する。

【0173】 図18は、スーパーフレームへのカプセル化過程を示すフローチャートである。入力ブロック処理では、受信するデータの種別により大きく2つに分岐する。

20 【0174】 スーパーフレーム受信と判定され（ステップ1401：スーパーフレーム受信）、ペイロード（Payload）長が、規定長（1500byte）以上のスーパーフレームの到着と判定された場合（ステップ1402：1500byte以上）は、スーパーフレームの再構築を行わず、そのまま光波ネットワークに転送する。

【0175】 以下、受信した規定長以上のスーパーフレームに対する処理手順は次の通りである。・フリーブロックリストより空いているブロックを取得し、該当するブロックにスーパーフレームを転送する。（ステップ1407）・該当するブロックを出力ブロックリストの末尾に追加する。（ステップ1414）一方、ステップ1401において、受信データがIPv6パケットと判定されるか、またはステップ1402において、ペイロード長が1500byte未満のスーパーフレームの到着と判定された場合は、規定長（1500byte）以上になるまで蓄積を行い、スーパーフレームヘッダを付加した後、光波ネットワーク網に転送する。

【0176】 以下、受信した規定長未満のスーパーフレームに対する処理手順は次の通りである。

40 ・シングルフレームの宛先光波ルータアドレスとAFL情報、もしくはスーパーフレームのヘッダより宛先光波ルータアドレス、AFL情報を読み取り（ステップ1403）、対応するAF番号を取得する（ステップ1404）。

・AF番号に対応する情報ブロックを、AF管理テーブル（1301）より読み出す（ステップ1405）。
・空きブロックが設定されていない場合（ステップ1406：No）、Free Block Listより空いているブロックを取得し（ステップ1407）、AF管

理テーブル(1301)にタイムアウト値の初期値と共に設定する(ステップ1408)。

- ・現在ブロックに蓄えているデータ量と受信したデータのデータ長より、スーパーフレームのペイロード長を計算する(ステップ1409)。

- ・ペイロード長が1500bytes未満の時は(ステップ1410:No)、AF管理テーブル(1301)のペイロード長を更新し(ステップ1412)、処理を終了する。

- ・ペイロード長が1500bytesを越える時は(ステップ1410:Yes)、ヘッダ作成部にスーパーフレームヘッダの作成を通知し(ステップ1411)、AF管理テーブル(1301)の該当するAF番号の項目を初期化し(ステップ1413)、Output Block Listの末尾に該当するブロックを追加する(ステップ1414)。

【0177】以上説明したように本発明の第2の実施の形態では、スーパーフレーム&シェア・ライドスキームを導入し、光波ネットワーク内でパケットレベルの統計多重効果が得られる。さらに、スーパーフレーム組立にともない遅延が発生する課題を解決するため、タイマによる遅延保証機能を導入し、ある集約フローへのトラヒックが非常に低いケースにおいて、前述のシェア・ライドを導入した場合、既にスーパーフレームに挿入されたIPパケットが転送経路上の光波ルータで長時間待たされる場合を防ぐために光波ルータのスーパーフレーム構築メモリに滞在する時間のタイムオーバーを規定し、一定時間以上滞在しているスーパーフレームに関しては、たとえ規定以上のIPパケットが挿入されていなくても光波ネットワーク上に転送する手段を設けている為、一定以上の遅延の発生を防ぐことができる。

【0178】

【発明の効果】本発明による効果は、光波ネットワーク内ではパケットレベルの統計多重効果が得られる点にある。その理由は、本発明の一実施例である“光波アダプテーションレイヤ”を定義し、“スーパーフレーム &

シェア・ライドスキーム”を導入し、加入者からの個々のIPフローを集約化(Aggregation)したことによる。“スーパーフレーム & シェア・ライドスキーム”を導入する利点は、以下の通りである。

【0179】第一の利点は、集約フローが光波フレームの形で集約されているので、光波ネットワークのトラヒック転送機能とフレーム処理が整合することである。

【0180】第二の利点は、一定以上の長さを持つBig PacketであるのでOC192やOC768の高速インターフェースであってもルーティング処理が可能になることである。IPパケットをそのまま取り扱う方式と比較した場合、スケジューリング判定時間は、一気にスーパーフレーム長/64bytesと高速になり、大容量スイッチの構築が実現できる。

【0181】第三の利点は、光波アダプテーションフレーム化によるオーバーヘッド(ヘッダ長)が無視できる等である。

【0182】なお、スーパーフレーム導入の目的は高速リンク終端における処理コストの削減、光波コア網(14)における大容量スイッチの実現等にある。従って、光波ネットワーク内のすべての光波エッジルータ(12)がスーパーフレーム構築機能を有する必要はない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用する光波ネットワークの構成を示す説明図である。

【図2】本発明の実施の形態の光波エッジルータの構成を示す要部ブロック図である。

【図3】本発明の集約フロー導入した際の転送モデルを示す動作概念図である。

【図4】本発明の集約フローを導入した場合のフロー管理テーブルの構成例である。

【図5】本発明の実施の形態の光波アダプテーションフレームへの収容手順を示す動作概念図である。

【図6】本発明の実施の形態の光波アダプテーションフレーム構成を示す説明図である。

【図7】本発明の実施の形態のフレーム化モードの説明図である。集約フローラベルによるIPフローの振り分け手順を示す動作概念図である。

【図8】AFL(集約フローラベル)単位のトラヒック分散手順を示す動作概念図である。

【図9】AFL(集約フローラベル)単位のトラヒック分散手順を示す動作概念図である。(拡張形態)

【図10】光波アダプテーションフレーム(スーパーフレーム)へのカプセル化過程を示す動作概念図である。

【図11】本発明の実施の形態の加入者インターフェース回線カードのパケット転送処理を示す機能ブロック図である。

【図12】本発明の実施の形態の加入者インターフェース回線カードにおける光波アダプテーションフレームへのカプセル化過程を示すフローチャートである。

【図13】本発明の実施の形態の光波ネットワーク側からの受信処理を示す要部説明図である。

【図14】本発明の第2の実施の形態の光波ルータ内でシェア・ライドを適用した場合の転送メカニズムを示した説明図である。

【図15】本発明の第2の実施の形態の経由する光波ルータ間でシェア・ライドを適用した場合の転送動作を示した説明図である。

【図16】本発明の第2の実施の形態の光波ネットワーキングインターフェース回線カードのスーパーフレーム構築部の要部説明図である。

【図17】本発明の第2の実施の形態の光波アダプテーションフレーム構築メモリと管理部の構成を示す要部説明図である。

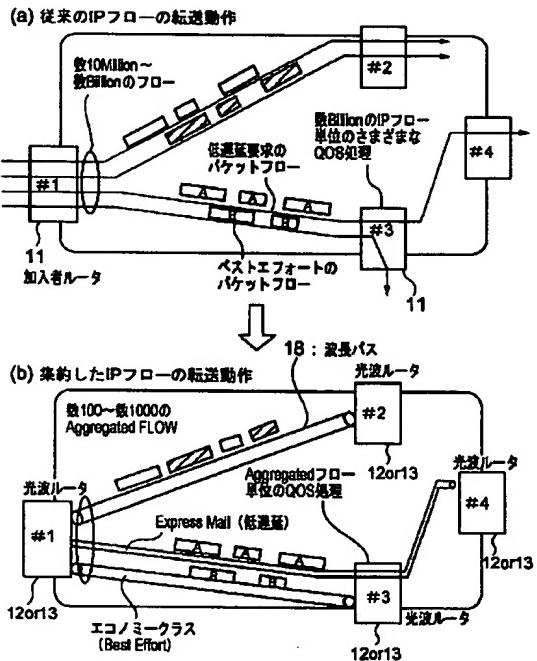
【図18】本発明の第2の実施の形態の光波ネットワークインターフェースカードにおけるスーパーフレームへのカプセル化過程を示すフローチャートである。

【符号の説明】

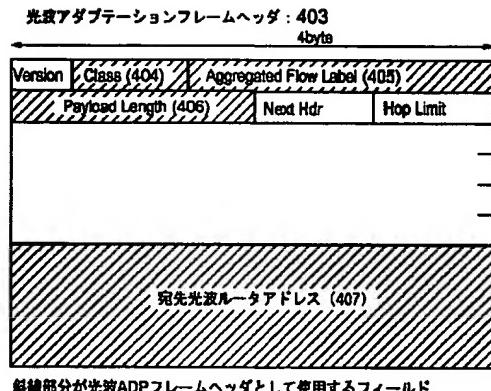
- 1 1 加入者ルータ
- 1 2 光波エッジルータ
- 1 3 光波コアルータ
- 1 4 光波コア網（スーパーフレーム転送網）
- 1 5 光波アクセス網（シングルフレーム転送網）
- 1 6 加入者網（IPパケット転送網）
- 1 7 光波アダプテーションフレーム転送網
- 1 8 波長バス
- 2 0 2 加入者インターフェース回線カード
- 2 0 3 光波ネットワークインターフェース回線カード
- 2 0 4 監視制御処理部
- 2 0 5 N×Nパケットスイッチ
- 2 0 6 加入者NW IF部
- 2 0 7 Single Frame構築処理部
- 2 0 8 宛先光波ルータアドレス解決部（光波Add
r解決部）
- 2 0 9 AFL cache索引部
- 2 1 0 AFL解決処理部
- 2 1 1 Traffic Meter
- 2 1 2 パケットスイッチIF部
- 2 1 3 メモリ
- 2 2 2 スーパーフレーム（Super Frame
e）構築部
- 2 2 3 光波NW IF部
- 2 2 4 スケジューラ
- 2 2 5 メモリ
- 2 2 6 光波ルータアドレス取得部（光波Add
r取得部）
- 2 2 7 スーパーフレーム（Super Frame
e）転送部
- 2 2 8 スーパーフレーム（Super Frame
e）分解部
- 4 0 1 ユーザパケット（IPパケット）
- 4 0 2 光波アダプテーション（ADP）フレーム、
Single Frame
- 4 0 3 光波アダプテーション（ADP）フレームへ
ツダ

- 4 0 4 クラス（Class）
- 4 0 5 集約フローラベル（Aggregated
Flow Label : AFL）
- 4 0 6 ペイロード長（Payload Length
h）
- 4 0 7 宛先光波ルータアドレス
- 7 0 1 スーパーフレーム（Super Frame
e）
- 9 0 1 光波ARPテーブル
- 10 9 0 2 AFL cache
- 9 0 3 AFLテーブル
- 9 1 2 Dst v6 DET
- 9 1 3 v6 Flow DET
- 9 1 4 Class DET
- 9 1 5 Length DET
- 9 2 2 光波ADPフレーム構築用メモリ
- 9 2 3 光波ADPフレーム管理部
- 9 2 4 RD CTRL
- 9 3 1 光波ADPフレームヘッダ構築部
- 20 9 4 1 MUX部
- 1 2 0 1 SUPER FRAME 構築用メモリ
- 1 2 0 2 ヘッダ作成部
- 1 2 0 3 タイマ監視部
- 1 2 0 4 SUPER FRAME管理用メモリ
- 1 2 0 5 入力ブロック決定処理部
- 1 2 0 6 出力ブロック決定処理部
- 1 3 0 1 AF管理領域（AF管理テーブル：AF
control table）
- 1 3 0 2 出力リスト（output block
list）
- 1 3 0 3 free block list
- 1 5 0 1 クラス取得部
- 1 5 0 2 データ出力部
- 1 5 0 3 共通処理部
- 1 5 1 1 スーパーフレームアドレス解決部
- 1 5 1 2 フレーム長取得部
- 1 5 1 3 AF Routing Table
- 1 5 2 1 PKT parser
- 1 5 2 2 IPv6アドレス解決部
- 40 1 5 2 3 PKT長取得部
- 1 5 2 4 V6 Routing Table

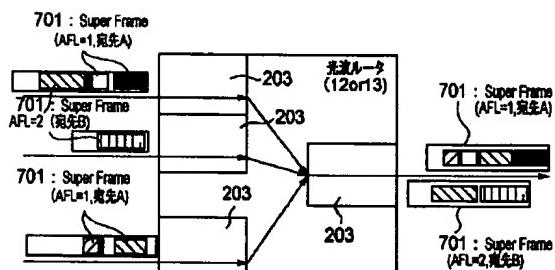
【図3】



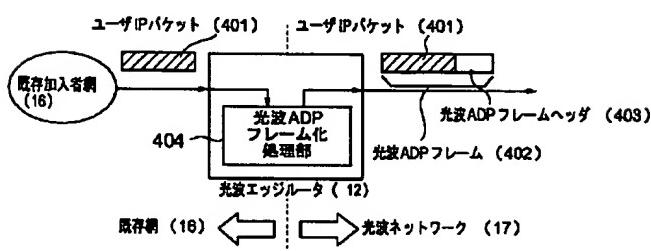
【図6】



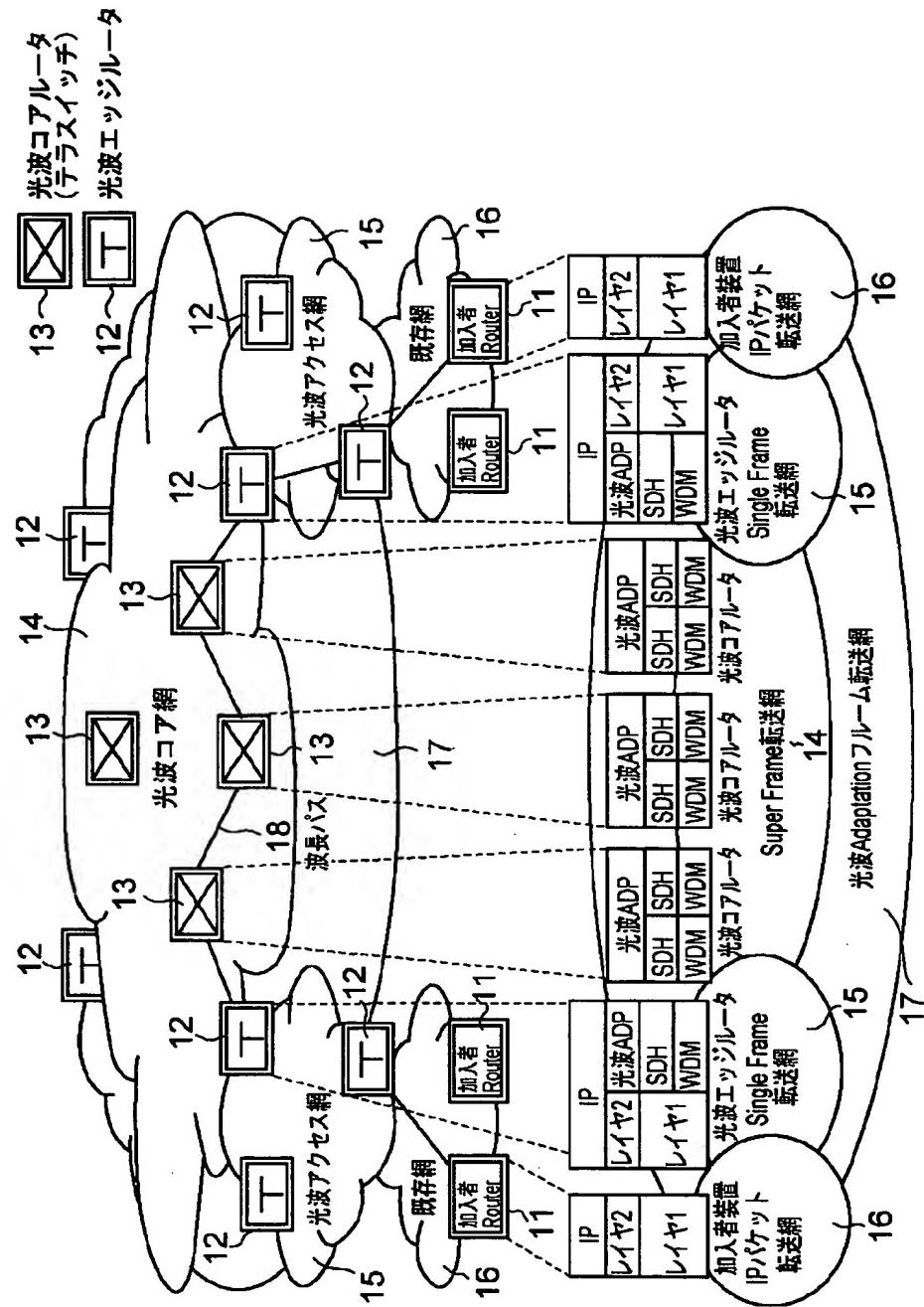
【図14】



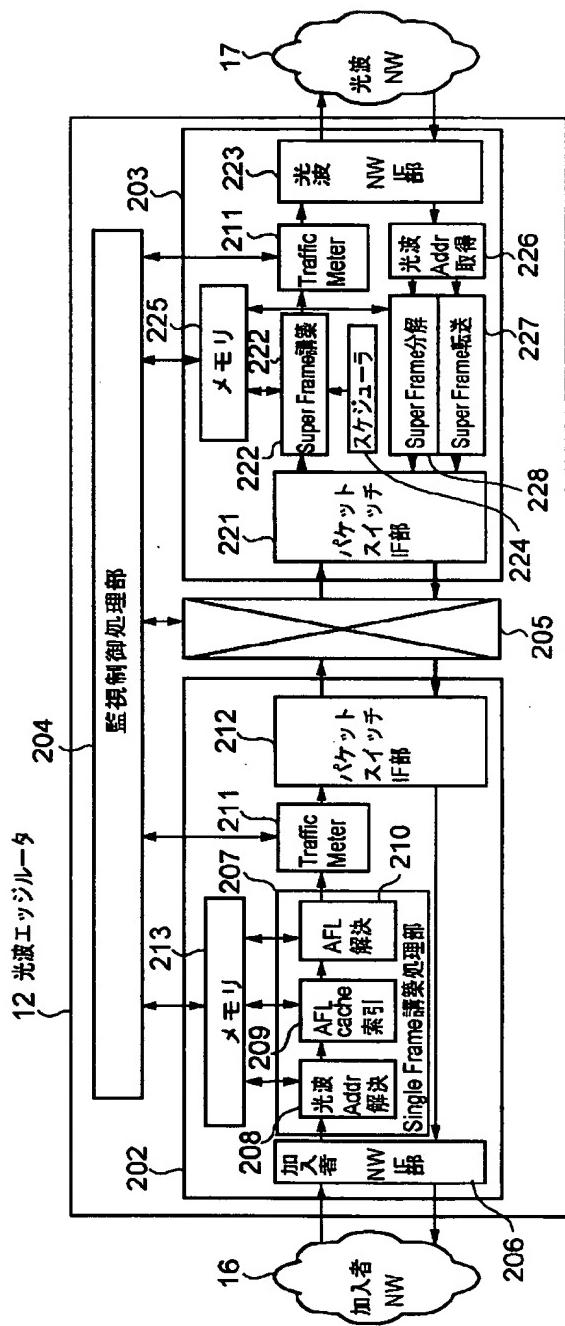
【図5】



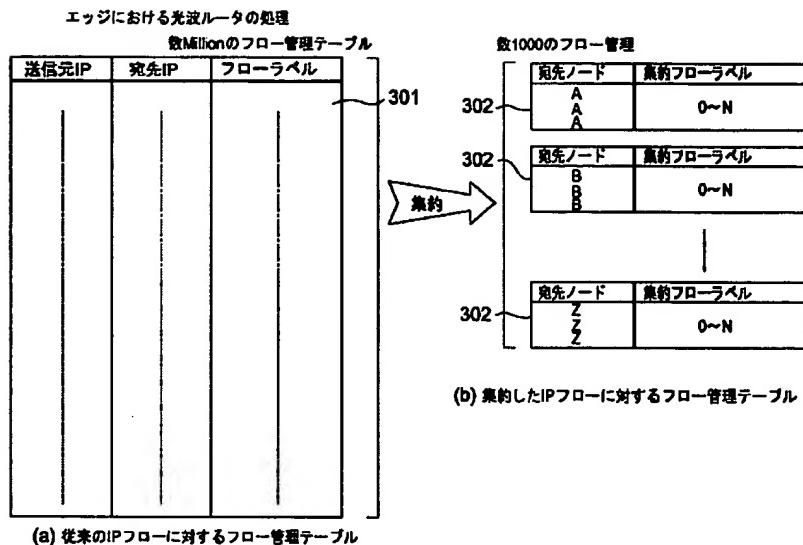
【图 1】



【図2】



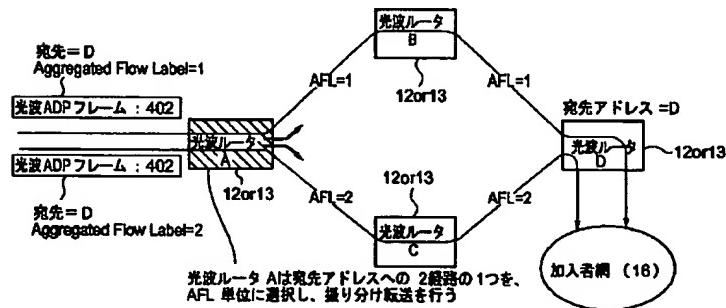
〔图4〕



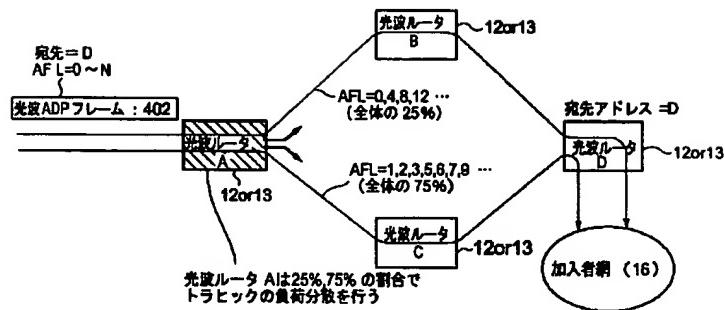
[图 7]

モード	内容	適用形態
Single Frame Mode	ユーザパケット単位に光波Adaptationフレームへのカプセル化を行う。最小パケットに対しても40byteの光波Adaptationフレームヘッダによるオーバーヘッドが付与される。	光波ネットワークに接続される形態で使用され、光波ネットワーク側のリンク容量が十分にとれる場合に使用される。
Super Frame Mode	同じAggregated Flowに属するユーザパケットをつなぎ合わせ、一定長以上のビッグパケット単位に光波Adaptationフレームへのカプセル化を行う。従って、光波Adaptationフレームヘッダのオーバーヘッドは緩和される。	光波ネットワークに接続する形態で使用される。

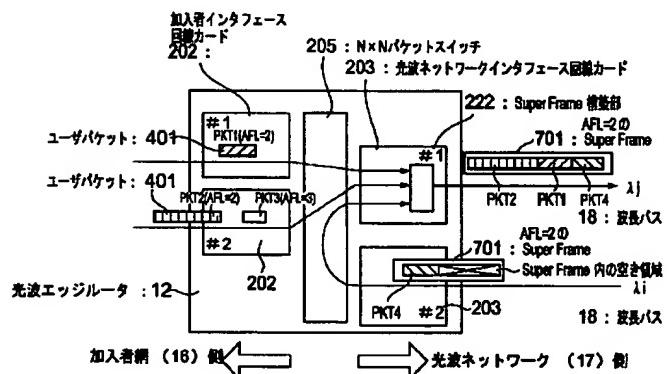
[図 8]



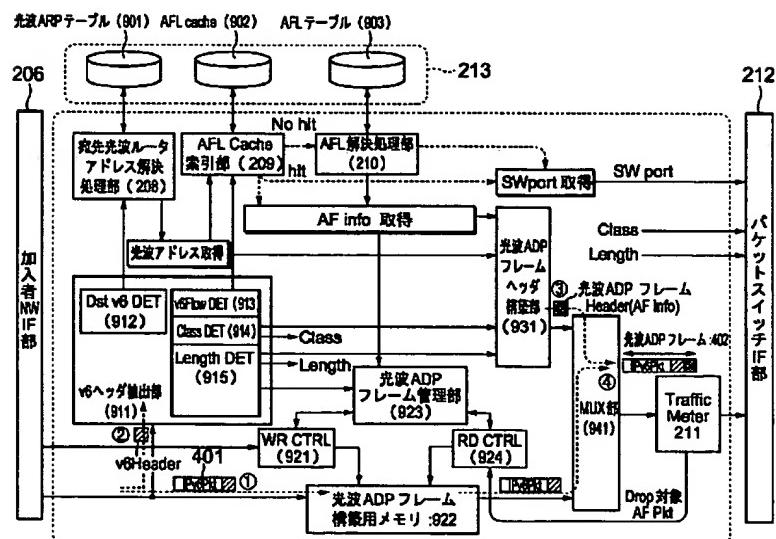
[図 9]



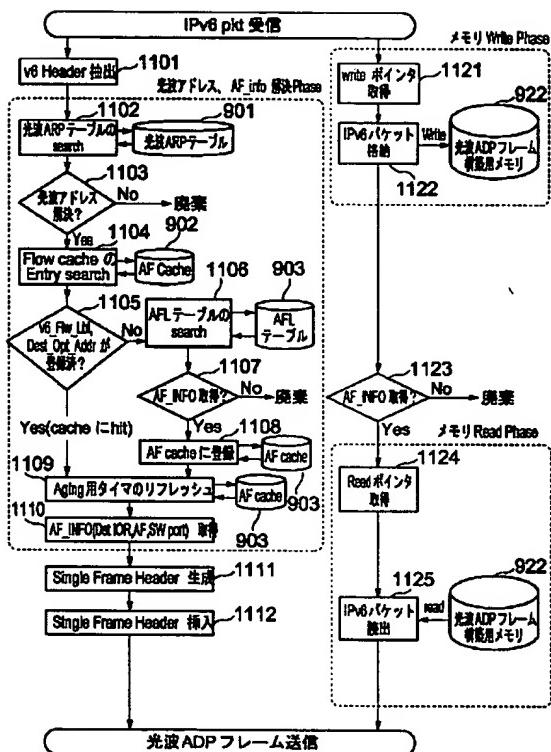
[图 10]



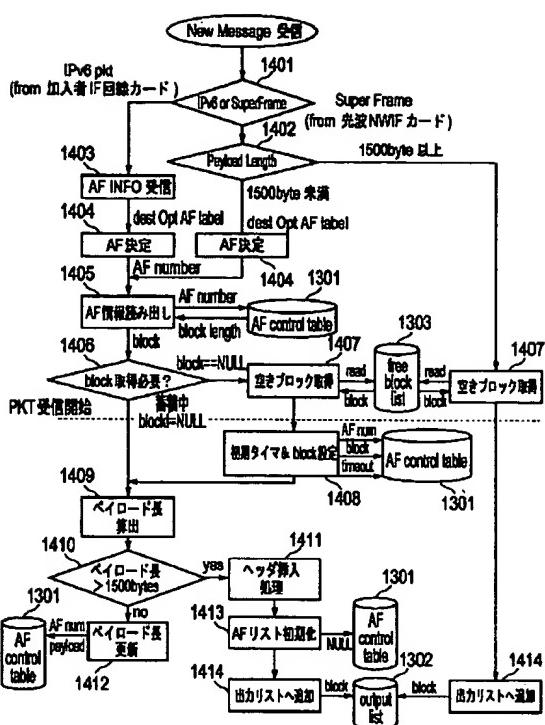
[図 11]



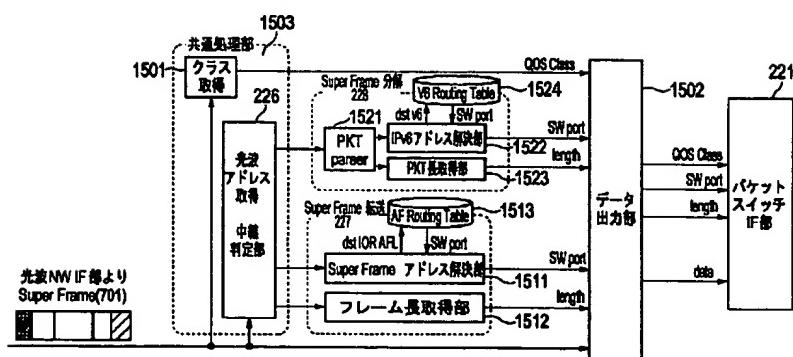
〔図 12〕



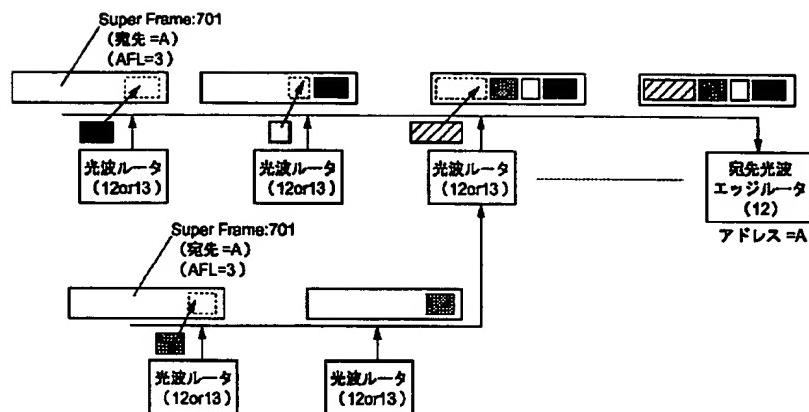
〔図18〕



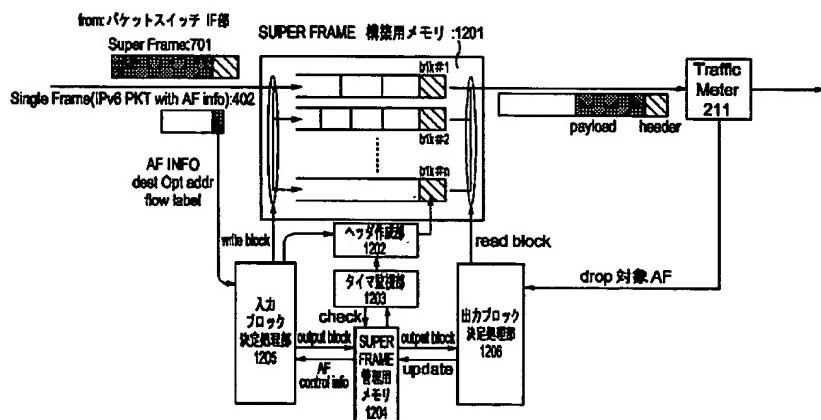
【图13】



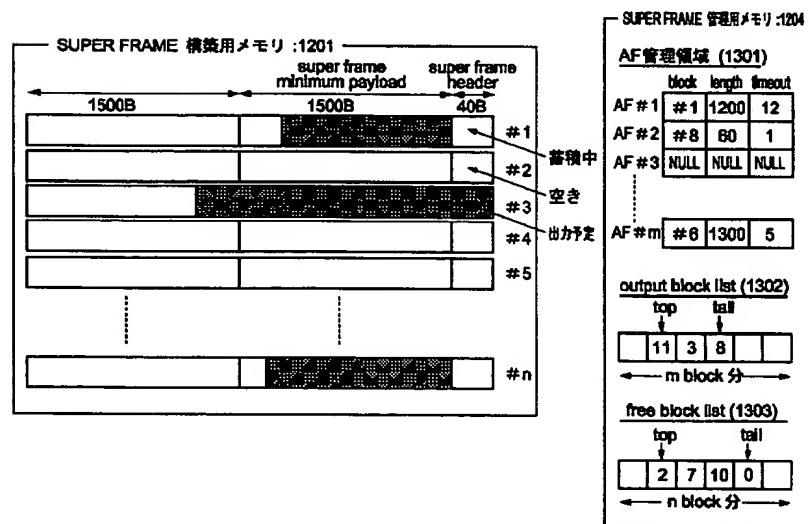
【図15】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

(56)参考文献 西原基夫他, B-7-84 光波ルータ
による次世代ネットワークの提案, 1999
年電子情報通信学会総合全国大会, 日
本, 193

(58)調査した分野(Int.Cl. 7, DB名)
H04L 12/00
H04J 3/00